

Компьютерная радиография (CR). Клиническое применение и организационные моменты

Л.М. Портной, Е.А. Степанова, О.В. Вятчанин

*Московский областной научно-исследовательский клинический институт
им. М.Ф. Владимирского*

Диагностика – раздел практического здравоохранения, от которого в значительной степени зависит общий успех оказания медицинской помощи в различных клинических ситуациях. Лучевая диагностика благодаря научно-техническому прогрессу существенно усилила свой потенциал. В значительной степени ее успехам способствовало появление цифровых технологий. С помощью поэтапно возникавших УЗ, КТ, МРТ, ПЭТ в диагностике удалось ликвидировать огромное количество “белых пятен”. После определенного временного промежутка началось внедрение цифрового принципа получения изображения и в традиционную рентгеновскую технику. На протяжении 1990–2000 годов наблюдалась интересная “битва” производителей за цифровые методы рентгенодиагностики. В тот период “победила” пленка. Производство ее не только не уменьшилось, но даже возросло, правда, в основном за счет стран Африки и Азии. Однако в настоящее время пленочное производство неуклонно снижается. Цифровая технология в обозримом будущем полностью придет на смену пленочной рентгенографии.

Конечно, изображения, получаемые на рентгеновской пленке, могут быть весьма хорошего качества, но это не единственный критерий. Под качеством рентгенодиагностического процесса нужно понимать не техническую возможность получения отдельных высококачественных снимков, а стабильную во времени работу рентгеновского кабинета. Переход на цифровые технологии позволяет значительно уменьшить влияние факторов, ухудшающих рентгеновское изображение. Это, а также большой динамический диапазон, возможность цифровой обработки способствуют улучшению изображения и правильной его трактовке врачом – лучевым диагностом. Основным достоинством цифровых техно-

логий является также возможность сокращения затрат времени, уменьшения лучевых нагрузок на пациента и персонал. Перевод исследований в цифровую область дает неограниченные возможности для хранения, обработки и пересылки информации.

Цифровые приемники-преобразователи, в основном, еще уступают по параметру пространственного разрешения традиционным системам на основе комбинации экран-пленка, однако пространственное разрешение на уровне 3–5 пар линий/мм делает их пригодными для большей части традиционных рентгенографических исследований [8]. Применительно же к таким характеристикам, как ширина диапазона представления данных и квантовая эффективность детектора в области нулевых пространственных частот, преимущество по отношению к традиционным аналоговым системам имеют все цифровые приемники-преобразователи. Последнее обстоятельство определяет возможность цифровых систем обеспечивать эффективную диагностику при меньших дозовых нагрузках на пациента, что достигается также за счет математической обработки зарегистрированных цифровых изображений, с помощью которой всю информацию можно получить по одному изображению, включающему в себя структуры с заметной отличающейся плотностью [1–3, 5].

Большинство авторов на сегодняшний день делят эти и некоторые другие цифровые детекторы на две большие группы: это системы, использующие детекторы с непосредственной оцифровкой рентгеновских квантов, и системы, применяющие различные запоминающие устройства. Первые носят общее название систем прямой цифровой рентгенографии, или DR (Direct Radiography), вторые – систем не прямой цифровой рентгенографии, или CR (Computed Radiography) [6, 7, 9].

Можно примерно оценить затраты на внедрение каждой из методик. Системы для компьютерной рентгенографии (CR), работающие с аналоговой рентгеновской аппаратурой и не требующие ее замены, обойдутся в 100–200 тыс. долларов. Приобретение аппарата с панелью (DR) – в 0,6–1 млн долларов. Вот почему в странах Европы так дорого стоит переоснащение рентгеновской службы. В основу решения этой проблемы они берут цифровые аппараты с панельными детекторами. Эта технология считается самой перспективной. Главный и очевидный недостаток самых прогрессивных детекторов DR – полноформатных матриц, – исключительно высокая их стоимость. Прогнозы о быстром снижении цены полноформатных панелей оказались пока слишком оптимистичными.

В России из аппаратов, относящихся к первой группе, широкое практическое применение получили сканирующие системы на базе линейки полупроводниковых детекторов, ПЗС – матрицы или ионизационной камеры. Разрешающая способность комплексов с ПЗС-матрицами ограничивается полосой пропускания телевизионной системы, применяемой в УРИ. Другим недостатком подобных систем является малый размер рабочего поля УРИ. Стоимость ПЗС с матрицей 1024 находится в пределах между стоимостью плоскопанельного детектора и CR. Разрешающая же способность ее для основного рабочего поля составляет не более 1,77 пар линий/мм. Дальнейшее увеличение размеров ПЗС матрицы не дает существенного увеличения пространственного разрешения [13]. Несмотря на то что многие исследователи отмечают, что для костной системы минимально приемлемым пространственным разрешением является 2,88 пар линий/мм, мы на своем опыте использования CR считаем, что минимальное разрешение для этой области исследования должно быть не хуже 4,5. Между тем есть мнение, что достигнуты технологические пределы возможностей УРИ и по различным причинам они в ближайшем будущем существенно не улучшатся [13].

Все DR-системы имеют одно общее свойство: они обеспечивают цифровой технологией только один рентгеновский аппарат и требуют при этом достаточно дорогого переоснащения всего рентгеновского отделения.

Исторически системы, использующие в качестве запоминающего устройства люминофоры (CR), стали одной из первых разработок для цифровой радиологии. Основными по-

ставщиками систем компьютерной радиологии являются компании AGFA, KODAK, FUJI, KONICA. Особенностью CR является возможность перевода в цифровой стандарт одновременно нескольких аналоговых рентгеновских аппаратов. При этом обеспечиваются все преимущества цифрового принципа получения рентгеновского изображения. CR и традиционные пленочные системы имеют много общего. Технологический процесс получения изображения практически совпадает. В основе механизма работы обеих систем лежит явление люминесценции [14, 15].

Можно констатировать, что в настоящее время еще не сформировалось окончательное суждение о наибольшей целесообразности применения DR- и CR-систем. И все же существует тенденция отдачи приоритетов технологиям DR. Исходя из этих соображений, основной целью нашей работы явилась всесторонняя и объективная оценка роли и места CR в практическом здравоохранении, особенно на муниципальном и региональном его уровнях. В качестве основной практической базы был взят МОНИКИ, где наличествуют все условия для получения интересующих нас данных. Будучи многопрофильным научно-исследовательским клиническим институтом, он выполняет функции областной клинической больницы Московской области с ее почти семимиллионным населением. Кроме того, факультет усовершенствования врачей МОНИКИ имеет в своем составе более 20 клинических кафедр, включая и кафедру лучевой диагностики. Прежде всего, это позволило нам оценить региональный уровень здравоохранения, а также муниципальный, учитывая тесные связи с муниципальным здравоохранением Московской области.

Важным элементом исследования явилась оценка лучевой нагрузки при применении CR. Как показали результаты работы, дозовые нагрузки при использовании CR находятся в диапазоне от стандартных (для зеленочувствительной пленки) до уменьшенных в два раза [12]. Проведенные исследования подчеркивают необходимость для всего персонала решить задачу выработки своих собственных оптимальных режимов и параметров экспозиции для цифровых исследований, а не безотчетно следовать параметрам, предлагаемым производителями этой техники. Такой подход одновременно с регулярным контролем и мониторингом параметров ведет к существенному уменьшению лучевой нагрузки. Учитывая все

более пристальное внимание контролю дозовых нагрузок и возможностям их снижения, эти данные приобретают все более существенное значение.

Исследования проводились с помощью системы цифровой радиологии KODAK CR-800, рабочей станции для обработки, хранения и передачи изображений ARIS MULTIVOX и нескольких аналоговых рентгеновских аппаратов с различной выработкой своего ресурса. Для печати на твердый носитель использовали лазерную мультиформатную камеру KODAK DRYVIEW 8100. Последовательность действий, необходимых для получения изображения с использованием CR, во многом схожа с таковой при использовании систем, работающих с пленкой, что позволяет сохранять преемственность методических подходов. Время, затрачиваемое на обработку кассеты с полноформатным экраном (размеры 35 × 43 см), при полной автоматизации процесса составляет около 50 с.

После запуска программы осуществляется проверка наличия разрешения на работу для данного пользователя. В том случае, если доступ санкционирован, пользователь получает возможность вызова базы данных. Для пациента, пришедшего впервые, необходимо заполнить поля в соответствующих разделах диалогового окна. Из регистратуры (совмещенной с рабочим местом лаборанта) информация о пациенте поступает в систему CR; кассетам присваивается “адрес”, то есть имя пациента, область исследования. Снимки производятся в стандартных проекциях на обычных рентгеновских аппаратах на люминофорные кассеты разного формата. Полученное изображение отправляется на автоматическую рабочую станцию врача.

Манипуляции, связанные с обработкой и анализом полученных при использовании цифрового комплекса изображений, производит врач — лучевой диагност. Он вызывает из базы данных соответствующее изображение, преобразование которого для получения большей диагностической информативности мы обычно начинали с использования низкочастотного фильтра, сглаживающего изображение с сохранением краев. Далее применялась обработка по серой шкале (в основном, нелинейное преобразование цвета, позволяющее максимально использовать широкий динамический диапазон цифрового изображения). К используемым нами методам постобработки информации относится масштабирование

изображения, позволяющее визуализировать мелкие объекты, а также структурирование снимка, которое дает возможность подчеркнуть слабоконтрастные мелкие объекты и их границы, например сосудистый рисунок и т. д. При этом следует отметить, что выбор фильтров для подчеркивания краев также зависел от области исследования. В случае обнаружения патологии и при наличии в базе данных других изображений данного пациента можно одновременно вывести на экран монитора все интересные врача снимки этого пациента для сравнения и оценки динамики процесса.

Затем переходят к подготовке заключения, для чего обращаются к модулю программы, предназначенному для формирования стандартизированного протокола, после этого — к фиксации изображения. Независимо от преимуществ фиксации полученного изображения на CD-R, в нынешней ситуации мы выбрали и перевод на лазерную пленку. По определению, при переходе к цифровому представлению информации затраты на пленку должны уходить в прошлое, хотя диагностическое исследование изображения на экране монитора является сейчас скорее исключением. Мы выбрали пленочную фиксацию полученного изображения в силу преемственности и привычек клиницистов работать с такими изображениями. Существенной добавкой к подобному подходу применения цифровой технологии служит модифицированная методика форматирования: увеличение возможности переноса на пленку достаточно большого количества изображений в результате произвольной разбивки, чего мы добились совместно со специалистами, осуществляющими программное обеспечение (рис. 1). Когда же данные исследования не требуют детализации и не связаны с дифференцировкой небольших, тонких изменений, можно переносить часть получаемой информации на обычную бумагу. В ряде случаев бумажные изображения можно использовать при эндоскопической ретроградной холангиопанкреатографии, в определенных ситуациях в урологии, при исследованиях абдоминальной области, а также при съемке легких, при отсутствии в них патологических изменений. Эти изображения не используются для диагностики, но они вполне могут служить в качестве иллюстрации к проведенному исследованию и заключению врача — лучевого диагноста.

Описанные возможности переноса изображения на лазерную пленку и на бумагу, безусловно, в нынешних условиях удобны. Однако

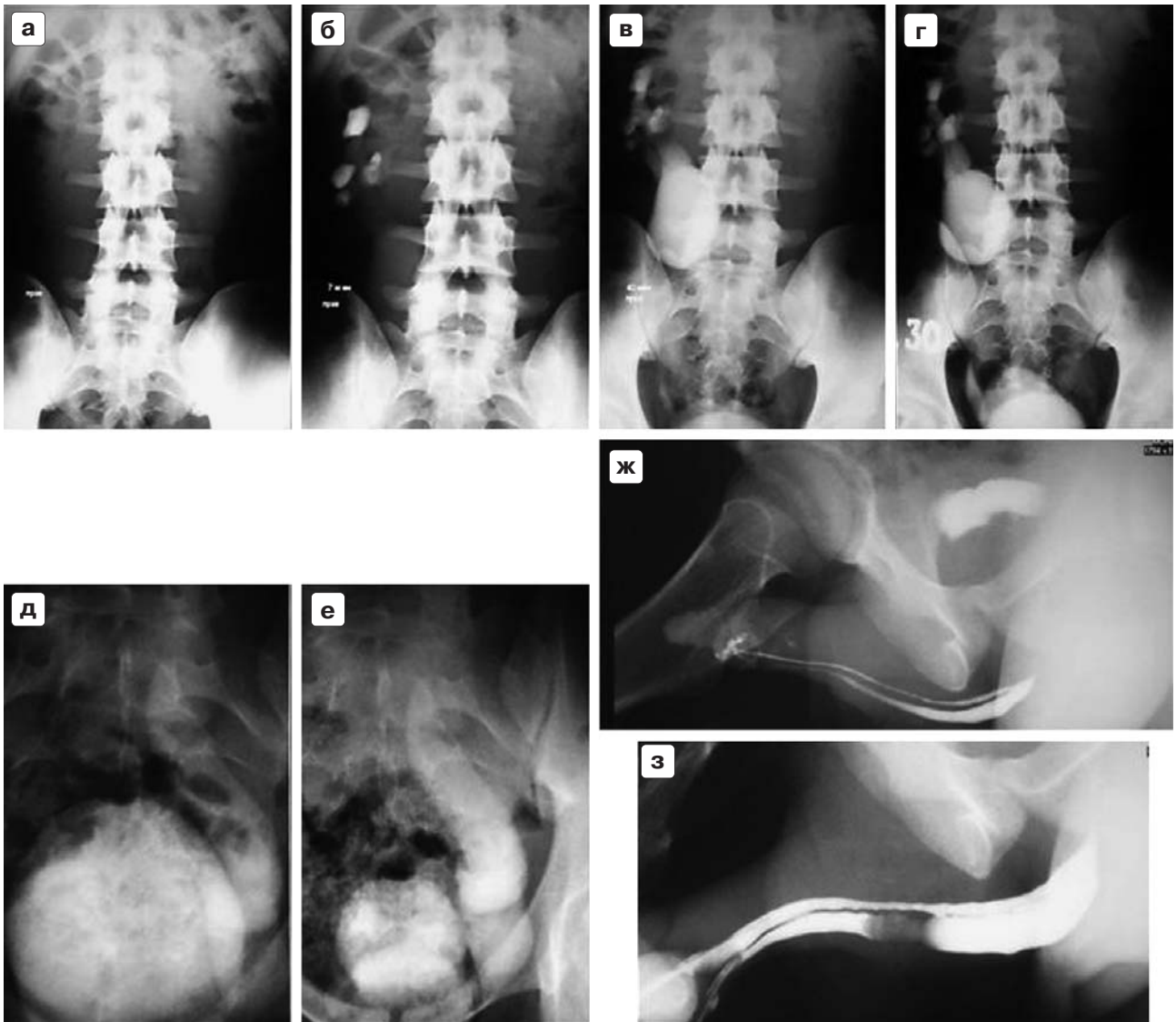


Рис. 1. Сформатированные на одну пленку исследования мочевыводящей системы (обзорная рентгенограмма, внутривенная урография, уретроцистография, ретроградная цистография) у больного с множественными аномалиями развития мочевыделительной системы.

необходимо признать, что удобство это обусловлено существующей материально-технической базой конкретного лечебного учреждения. И в обозримом будущем, в пределах 5–10 лет, подобное использование лазерной пленки, несомненно, будет иметь экономическую целесообразность. Впоследствии компьютеризация лечебно-диагностического процесса приведет к окончательному переходу на цифровые технологии и получение данных в цифровом виде потребителем – в нашем случае клиницистом. И в подобном виде это будет логически завершенный продукт.

Приобретенный нами опыт работы с CR показал, что одним из важных элементов ее

эффективного применения и получения при этом высокого КПД является правильная организация использования этой системы в повседневной деятельности отделений лучевой диагностики. По нашему подсчету, в среднем, за день расходы при использовании обычной пленочной системы составляли в отделении порядка 1079,02 рубля, а при применении системы CR – 322,5 рубля соответственно, что на 70% меньше.

С организационных позиций работы CR-системы надо иметь в виду, что ее можно активно использовать для рентгенологических исследований, осуществляемых с помощью любых мобильных комплексов. Для отдельно взятого па-

латного аппарата CR-система, конечно, менее экономична, чем стандартная система “экранный пленка”, хотя имеет явные преимущества в смысле качества изображения и воспроизводимости результатов. Но это только в том случае, если используется печать на пленку, если же CR совмещается с архивирующей и коммуникационной системой PACS (Picture Archiving and Communication System), то экономической стороне вопроса гарантировано успешное решение.

Если обратиться к вопросу о медицинском персонале, то, во-первых, сотрудники, несомненно, должны знать разницу между получением аналогового и цифрового изображения. Во-вторых, обладать определенной компьютерной грамотностью для адекватного использования программ, обслуживающих систему [17]. В-третьих, врач должен знать ориентировочные алгоритмы работы с изображением, для как можно более полного использования цифровых возможностей. Совершенно ясно, что сроки окончательного перехода на цифровые технологии и использования полученных результатов потребителем – клиницистом в полной мере зависят от степени подготовленности коллектива к восприятию новой технологии.

Необходимо заострить внимание еще на одной детали. В многопрофильных лечебных учреждениях с консультативно-поликлиническим отделением прежде всего необходимо исключить повторные, дублирующие снимки, назначаемые клиницистами и выполняемые лаборантами при отсутствии осведомленности о ранее проведенных исследованиях. Очевидно, что в преодолении подобной часто имеющейся место практики решающее значение приобретает наличие удобного и легко доступного архива рентгеновских данных, который предоставляет цифровая технология в целом, а система CR, в частности. При наличии подобного архива в значительной степени увеличивается возможность более раннего выявления патологических изменений, что в целом может повысить чувствительность и специфичность диагностики.

Таким образом, можно констатировать, что CR проявляет свои особенности и в экономике – проблеме, которая неизбежно имеет место при изменении технической базы такой затратной отрасли медицины, как лучевая диагностика.

При анализе клинического применения CR-системы для получения максимально воз-

можной ее объективной оценки мы структурировали эти исследования по органно-системному принципу. Работа проводилась на базе отдела лучевой диагностики МОНИКИ на материале разнопрофильных клинических отделений. Возможности CR определяли на основе анализа цифровых изображений более 8000 больных, значительная часть которых находилась на стационарном лечении (86,5%), а меньшая часть (13,5%) проходила обследование в консультативно-диагностическом отделе МОНИКИ. Возможности системы оценивались также при дифференциальной диагностике и при динамическом наблюдении за течением различных патологических процессов.

Треть всех исследований пришлось на исследование органов грудной клетки (32%), 20% – на опорно-двигательную систему. Исследования желудочно-кишечного тракта составили 17% от общего числа, урологические – 11%, прочие (включающие и инвазивные методики) – 20%.

Оториноларингология – узкий раздел традиционной рентгенологии, в котором требуется особенно высокий профессионализм и лаборанта, и врача – лучевого диагноста, и где существенно влияние субъективного фактора рентгенодиагностического процесса. В исследовании височных костей успех исследования зависит не только от удачного выбора проекции. Он определяется и техническим качеством рентгенограмм. Несмотря на появление новых технологий с их важной ролью в уточнении диагноза, не стоит забывать, что на муниципальном уровне здравоохранения рутинная рентгенография все же остается первичным, наиболее доступным диагностическим, а в некоторых ситуациях – основным лучевым методом [10]. Исходя из этого, проблема выявления определенных рентгенологических симптомов при исследовании патологии ЛОР-органов и на сегодняшний день сохраняет свою остроту. При хроническом отите немаловажно определить деструктивные изменения костей среднего уха. Наличие разрушения наружной стенки аттика выявить довольно затруднительно. Деструкция может быть выражена в усилении просветления области самого аттика. Учитывая широкий динамический диапазон цифровых изображений, получаемых посредством CR-системы, этот признак нам удалось получить достаточно убедительно.

При воспалительных изменениях придаточных полостей носа (значительное место среди оториноларингологических заболева-

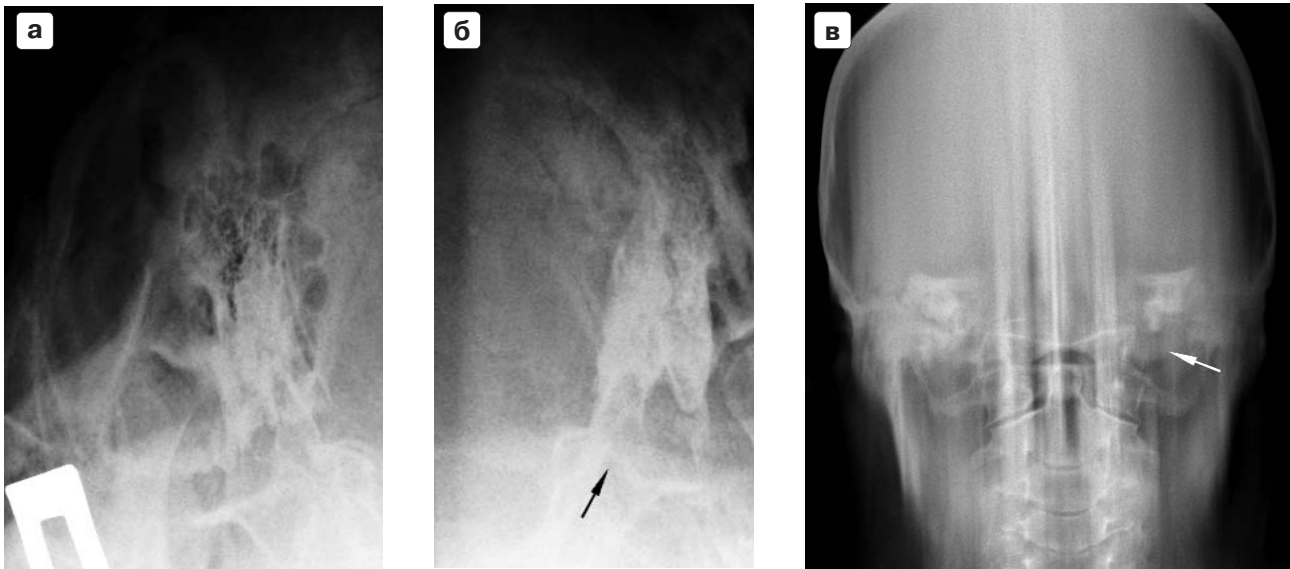


Рис. 2. Больной М., 62 года. Диагноз: деструкция височной кости: а, б – рентгенограммы височных костей по Майеру, сделанные при помощи CR (а – справа изменений не выявлено; б – слева в области вершины пирамиды – деструктивные изменения (черная стрелка); в – линейная томография височных костей, при которой по нижней поверхности медиального края левой височной кости определяется очаг деструкции (белая стрелка).

ний) установке диагноза также хорошо помогает широкий динамический диапазон цифрового CR-изображения. Хорошо определяются кистозные и полипозные образования слизистой оболочки. Применение CR позволяет в некоторых случаях более достоверно определить наличие костных разрушений. В качестве подтверждения этому предлагаем следующее клиническое наблюдение (рис. 2). При исследовании опухоли гортани, используя CR, можно с большей долей вероятности определять мягкотканый ее компонент, сужение просвета гортани, нарушение взаимоотношения складок, синусов и их конфигурации.

Использование CR-систем в **остеологии** позволяет при однократной экспозиции получать изображение структуры костей и мягких тканей. Нельзя не указать в этой связи и на определенные имеющие место ограничения. К ним относятся уменьшение пространственного разрешения относительно системы “экран-пленка”, что приобретает особое значение в остеологии. Однако, несмотря на это, наши исследования костной патологии показали результаты, не только сравнимые с традиционными аналоговыми системами, но и превосходящие их в плане диагностики. В качестве примера приводим одно из наблюдений (рис. 3). Применяя CR при исследовании костей, можно добиться хорошей визуализации малых повреждений, таких, как субнадкостничная резорбция, туннелизация кортикаль-

ной кости, мелкие участки некроза надкостницы, в большей степени, чем при традиционных аналоговых методах исследования. У пациентов с неспецифическим остеомиелитом CR-система показала хорошую визуализацию деструкции костной ткани, изменений надкостницы в виде периостальной реакции и особенно изменений мягких тканей. Хорошо определялась вовлеченность периферических костей.

Таким образом, анализируя использование CR в остеологии, мы можем утверждать, что, несмотря на меньшее пространственное разрешение, система позволяет визуализировать тонкие изменения в костной структуре, оценивать состояние окружающих тканей и поэтому с успехом применяется в диагностике костных заболеваний.

Достоинства CR-радиографии в **педиатрии** следует оценивать с двух позиций. Во-первых, это возможность снимок неудовлетворительного качества сделать диагностически ценным, что в детской практике не всегда зависит от профессионализма лаборанта. Во-вторых, это возможность снижения лучевой нагрузки.

Ценным преимуществом в детской практике при исследовании скелетно-мышечной системы является улучшение контрастного разрешения и резкости изображения костей, позволяющее оценивать низкоконтрастные изменения и мягкотканый компонент. CR позволяет проследить динамику процесса и на



Рис. 3. Больной Б., 19 лет. Диагноз: остеосаркома проксимального метафиза правой большеберцовой кости: а, б – на рентгенограммах правого коленного сустава в области проксимального метафиза большеберцовой кости определяется опухолевидное образование плотной структуры. По медиальному контуру на этом же уровне – выраженная спикулообразная реакция, достигающая суставной поверхности; в, г – после обработки изменения костной структуры представляются в виде уплотнения ее с нечеткими границами, признаков деструкции суставной поверхности не выявлено.

более раннем этапе диагностировать патологические изменения (рис. 4).

Как показали наши данные, **в отделениях реанимации и интенсивной терапии** CR-система имеет четкие преимущества перед стандартным получением изображения по технологии “экран-пленка”. В подобных ситуациях очень важным является то, что пользователь может изменять параметры изображения. Причина повторных исследований в нашей работе при

применении CR была связана только с неправильным позиционированием больного, тогда как при применении пленочной рентгенографии приблизительно в 7–15% требуются повторные снимки по диагностическим или техническим причинам (рис. 5).

С тем же успехом можно применять подобные системы и в отделениях неотложной помощи, в которых уменьшение количества повторных снимков, быстрая доступность изоб-



Рис. 4. Больной Г., 14 лет. Диагноз: саркома Юинга правой малоберцовой кости. В течение 4 мес периодически находился на лечении по месту жительства с диагнозом хронический остеомиелит: а, б — на представленных пленочных рентгенограммах костей правой голени в дистальном метадиафизе малоберцовой кости большой краевой дефект костной ткани, с неровными и нечеткими контурами, что не исключает возможность наличия у больного остеомиелита; в, г — при проведении исследования с помощью CR-системы, после математической обработки преобразования цвета, хорошо визуализируется большой мягкотканый компонент, периостальная реакция в виде спикул, периостальный козырек (стрелки). Заключение: саркома Юинга правой малоберцовой кости (подтверждено гистологически).

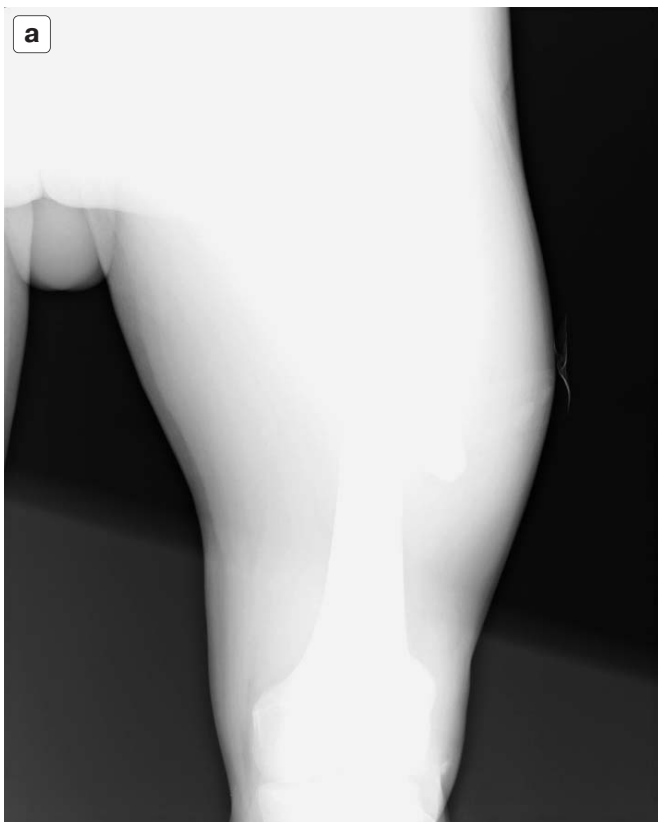


Рис. 5. а – на рентгенограмме правой бедренной кости больного Д., 58 лет, сделанной с помощью CR в условиях реанимационного отделения палатным аппаратом, по первичному изображению достоверно определить изменения бедренной кости не удастся; б – после постобработки отчетливо определяется оскольчатый косоперечный перелом средней трети диафиза бедренной кости. Периферический отломок смещен вверх и на ширину кости.

ражений и значительное улучшение их качества, так же как и в отделениях интенсивной терапии и реанимации, играют существенную роль в улучшении не только диагностического, но и лечебного процесса. Важное преимущество цифровой технологии – возможность при однократной экспозиции на одном снимке получать изображения различных по плотности элементов.

Исследование с использованием системы CR в **урологии** позволяет более достоверно отображать плохо контрастируемые кораллоподобные камни, рентгеноконтрастные тени мелких конкрементов в местах, где визуализация их может быть затруднена. За счет широкого динамического диапазона метода возможна хорошая визуализация мягких тканей, в том числе контуров мышц, что помогает выявить воспалительные изменения в них. При удвоенной почке, когда верхние сегменты ее гидронефротически трансформированы, функция резко снижена и, естественно, при контрастном исследовании визуализация ее на фоне кишеч-

ника и мягких тканей ухудшена, возможность нелинейного изменения цвета способствует тому, чтобы врач определил отсутствие или наличие функции измененной почки и ее отдельных сегментов (рис. 6).

В группе инфравезикальных обструкций при исследовании больных с патологией уретры CR позволяет уточнить локализацию и протяженность стриктуры. Своеобразным подтверждением этому может служить тот факт, что, например, при попытке микции у больных были получены качественные рентгеновские изображения, не нуждающиеся в переделке из-за технического брака в связи со сложностью их технического исполнения. Возможность после постобработки хорошей визуализации даже невысокой плотности изменений позволяла судить о локализации, протяженности и степени сужения, наличии и протяженности ложных ходов, дивертикулов уретры, а при осложненном течении стриктуры – выявлять сопутствующий уретропростатический рефлюкс. Благодаря вышеописан-

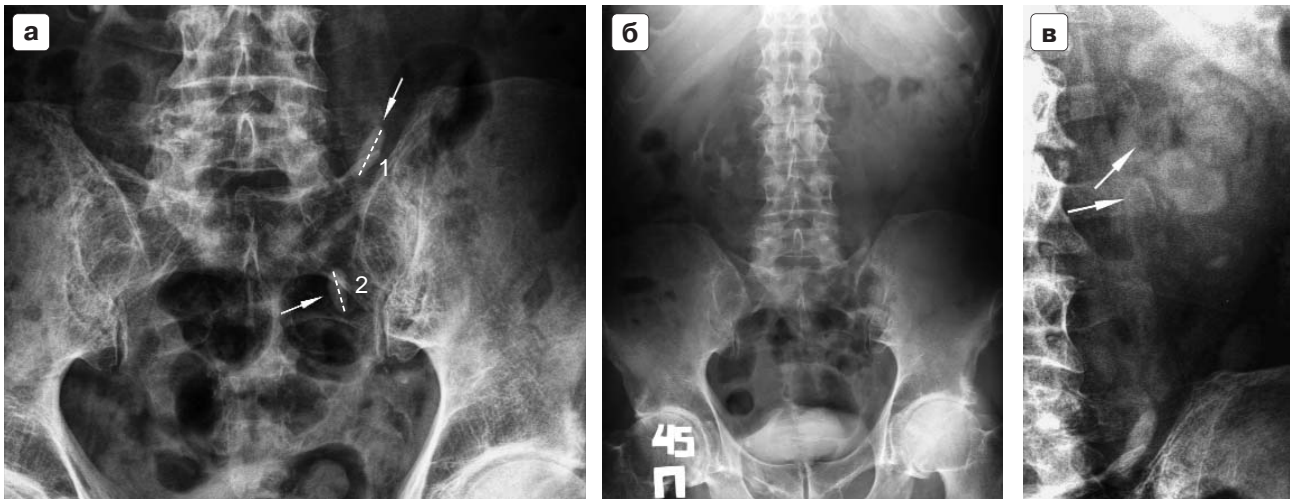


Рис. 6. Больной С., 75 лет. Диагноз: мочекаменная болезнь. Состояние после литотрипсии: а – на обзорной урограмме, сделанной при помощи CR, после выделения контуров и масштабирования в средней трети левого мочеточника визуализируются тени конкрементов удлиненной формы размерами 1,5 и 1,2 см (стрелки); б – конкременты вызывают обтурацию просвета мочеточника и выраженное снижение выделительной функции почки; в – изображение почки удается увидеть после преобразования цвета (стрелки).

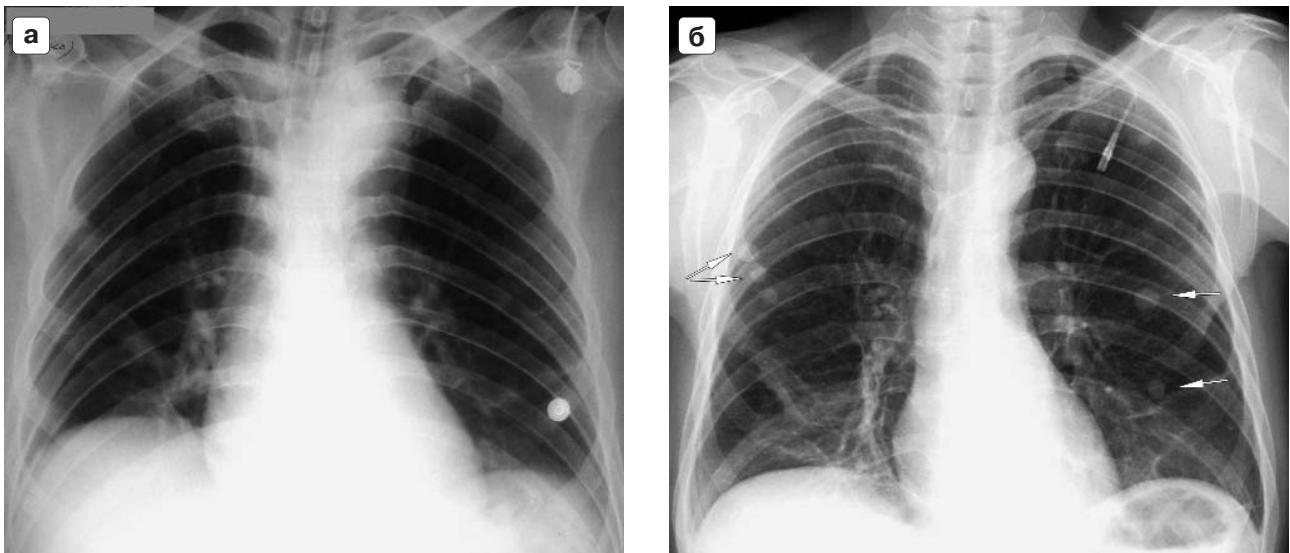


Рис. 7. Больная Ш., 53 года. В 2004 г. была оперирована по поводу рака сигмовидной кишки. В настоящее время оперирована в целях закрытия толстокишечного свища: а – на пленочной рентгенограмме, сделанной в послеоперационном периоде на палатном аппарате, на фоне сгущения легочного рисунка из-за гиповентиляции нижних отделов легких очагов в них с достоверностью не определено; б – на рентгенограмме, выполненной на том же палатном аппарате, но с помощью CR, в обоих легких четко определяются множественные округлой формы очаговые тени (стрелки). Заключение: множественные метастазы рака в легких.

ным особенностям CR-изображений повышаются возможности традиционного рентгенологического исследования в диагностике таких осложнений.

Проведенный анализ использования системы CR в диагностике **легочной патологии** показал ее высокую эффективность. CR позволяет реализовать хорошее разрешение и регистри-

ровать даже небольшие изменения в легочной ткани (рис. 7).

Имея более чем семилетний опыт работы в области цифровой легочной флюорографии (ЦРФ), мы считаем необходимым высказать собственные суждения о целесообразности ее применения в тех ЛПУ, где используется или предполагается использование CR-системы.

ЦРФ — блестящий метод диагностики легочной патологии, наиболее рациональный на поликлиническом уровне, где осуществляется скрининговая диагностика туберкулеза и периферического рака легкого.

Но система СР, благодаря высокой контрастности и широкому динамическому диапазону метода, позволяет получать высокого качества изображения легочного рисунка, корней легких, плевральных листков, выявлять изменения низкой и высокой плотности, различать анатомические элементы корня легкого. Нами были получены четкие изображения различного характера изменений в легких: участки фиброза, очаговые тени, утолщения плевры и т. д. Система способствовала выявлению различной плотности участков, вплоть до формирующихся полостей распада, более четко на фоне кажущейся однородности инфильтрации ткани легкого.

Важным преимуществом является и то, что цифровые изображения органов грудной клетки значительно проще сравнивать между собой, так как все изменения в них обусловлены только динамикой патологического процесса и не зависят, как при аналоговой рентгенографии, от условий съемки, наличия или отсутствия артефактов и пр. Аналоговые рентгенограммы, особенно проявленные вручную, да и после машинной проявки, могут значительно отличаться по яркости и контрастности. Этим неприятным для врача — лучевого диагноста, особенностям аналоговой рентгенографии абсолютно лишены цифровые изображения. СР, так же как и DR, по сравнению с обычной аналоговой рентгенографией открывают более широкие возможности детального изучения выявленной патологии путем постобработки, выделения фрагментов, усиления контрастности и резкости контуров, определения линейных размеров и площади визуализируемых образований.

Для объективной оценки СР в гастроэнтерологии в качестве базисной основы были взяты **опухоли желудка** как наиболее демонстративные для доказательства диагностических возможностей. При равных начальных условиях обработка позволяет повысить диагностический потенциал изображения.

При исследовании большой кривизны передней стенки, когда важно получение объективной информации о контуре желудка, СР повышает возможность его оценки.

Характеризуя поражение этих отделов, следует подчеркнуть достоинства СР-системы, позволяющей при получении преимуществ

цифровых технологий, сохранять элементы аналогового исследования (рис. 8).

Оценивая возможности СР в гастроэнтерологии, следует отметить еще одно ее преимущество. Нередко при патологии желудка, связанной с резкой его деформацией, сочетающейся с грыжевым отверстием в диафрагме и наличием опухоли в желудке, трудно при аналоговом исследовании получить полное представление обо всех отделах желудка для правильной оценки истинной локализации и протяженности опухоли. Произведение аналоговой съемки в таких ситуациях не позволяет получить полноцветное отображение всех отделов желудка. В таких случаях возможность постобработки устраняет эти трудности аналоговой рентгенографии и расширяет полномочия традиционной рентгенологии. В качестве примера приводим наше наблюдение (рис. 9).

Характеризуя место СР в исследовании **пищевода**, необходимо сказать о крайне редкой первичной локализации рака пищевода в его нижних сегментах [11], так как поражение нижних сегментов пищевода, за очень редким исключением, есть продолжение роста эндодифитного рака верхнего отдела желудка. Исходя из этих позиций, СР имеет безусловные преимущества, поскольку дает больше информации о состоянии контуров пищевода.

Сохраняя и при исследовании с помощью одномоментного двойного контрастирования **толстой кишки** с использованием СР отдельные методические аналоговые принципы, удастся значительно лучше при мягкой компрессии определять краевой дефект наполнения кишки и утолщение стенки, что, в свою очередь, существенно облегчает диагностику, особенно в начальных отделах толстой кишки, наиболее трудных для эндоскопии [4, 16].

Нами проведены несколько исследований **тонкой кишки** с СР при контрастировании ее препаратом Entero-VU. Каких-то значительных дополнений мы отметить не можем. Однако препарат этот не нашел в нашей стране широкого применения из-за сравнительно высокой стоимости. Учитывая это, мы использовали СР при исследовании тонкой кишки с обычным бариевым контрастом. Обработка изображения с подчеркиванием краев делает более демонстративной картину отображения слизистой тонкой кишки, ее тощей и подвздошной частей. Хорошо визуализируются эрозии, что немаловажно при подозрении на наличие терминального илеита.

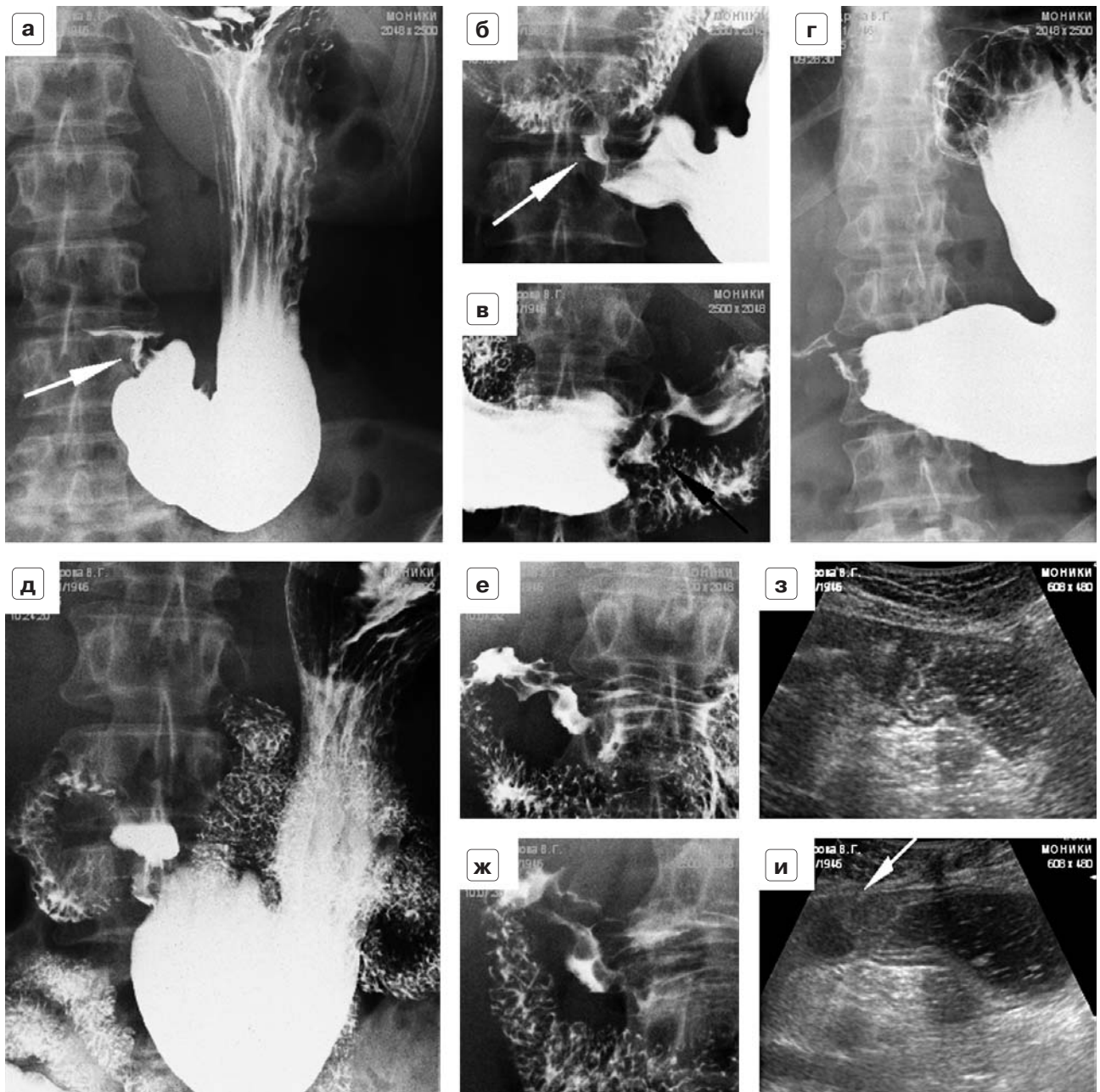


Рис. 8. Больная А., 56 лет. Диагноз: рак большой кривизны желудка. При неоднократно проведенной гастроскопии с биопсией признаков рака не найдено.

Рис. 8.1. Серия сформатированных на одну лазерную пленку данных классического рентгенологического исследования желудка с помощью CR: а – тугое наполнение: по большой кривизне препилорического отдела желудка неровность контура с намечающимися признаками изъязвления (стрелка); б, в – тугое наполнение, мягкая компрессия: изъязвление выявляется более отчетливо, с наличием вокруг него вала инфильтрации; г, д, е, ж – двойное контрастирование: картина менее отчетливая. Заключение: характер изменений укладывается в эндодиффитно-язвенный рак большой кривизны антрального отдела желудка; з, и – то же наблюдение. УЗ сканограммы. На уровне определяемых при традиционном рентгенологическом исследовании изменений – утолщение стенки большой кривизны желудка до 10 мм с потерей нормальной ее слоистости (стрелка).

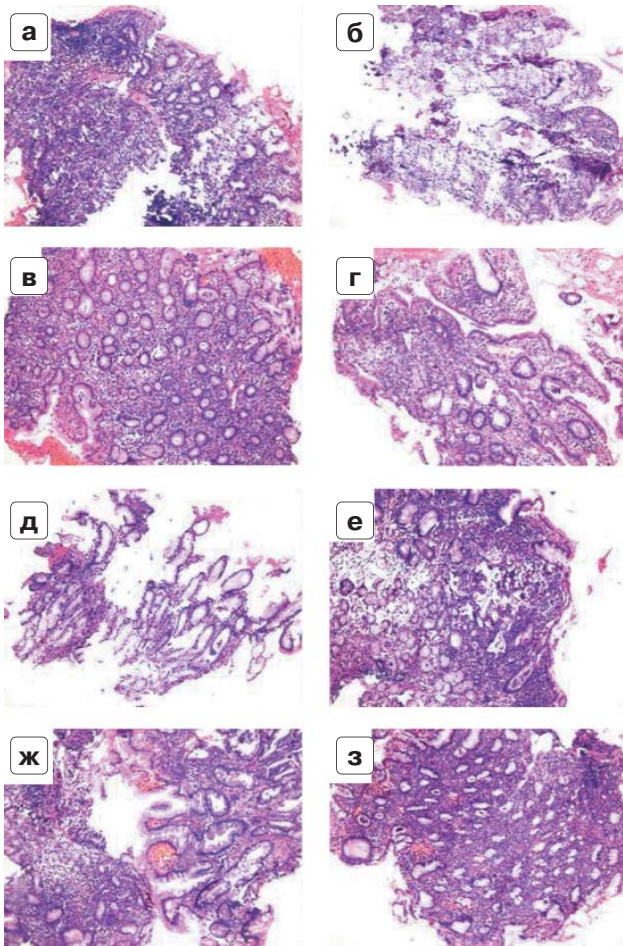


Рис. 8.2. То же наблюдение. Повторная гастроскопия с прицельной биопсией. Из 10 взятых при эндоскопии биоптатов лишь в трех гистологические признаки рака желудка: а–з – гастробиоптаты. Окраска гематоксилин-эозином. Микрофото. $\times 100$; б, в, д, ж, з – окружающая слизистая с явлениями активного хронического гастрита с наличием дисплазии и кишечной метаплазии; а, г, е – фокусы перстневидно-клеточного рака.

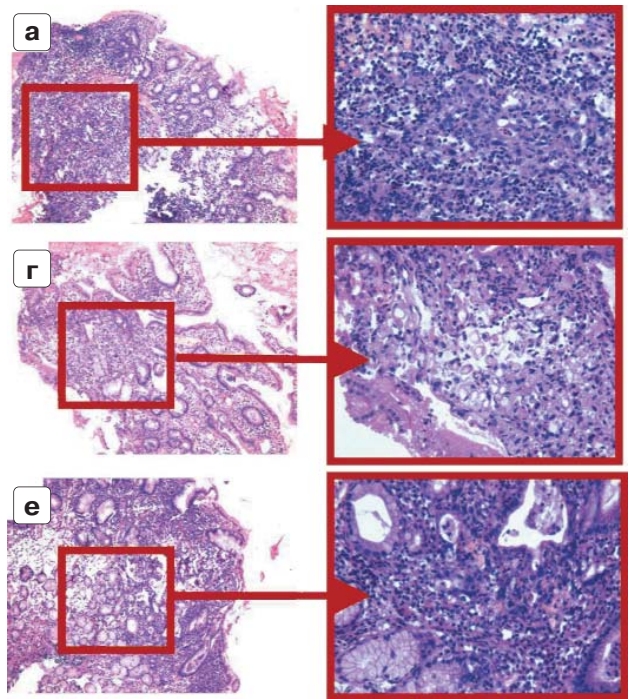


Рис. 8.3. То же наблюдение. Увеличенные фрагменты с фокусами перстневидно-клеточного рака. Микрофото. $\times 400$.

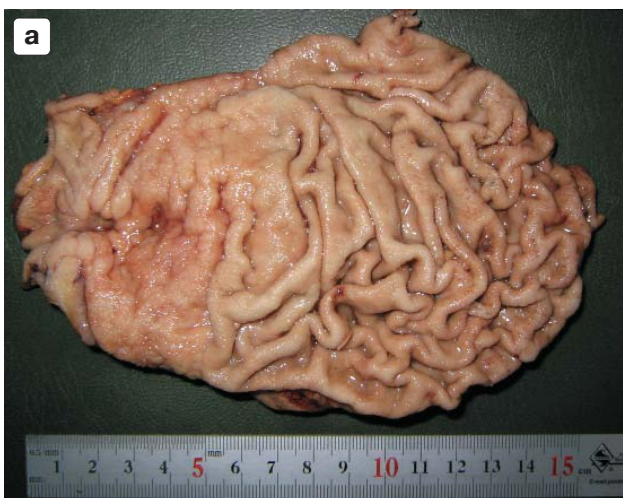


Рис. 8.4. а, б – то же наблюдение. Макропрепарат резецированного желудка (а) и его полоска (фрагмент) (б), демонстрирующие внутрстеночную инфильтрацию протяженностью до 3 см (стрелки).

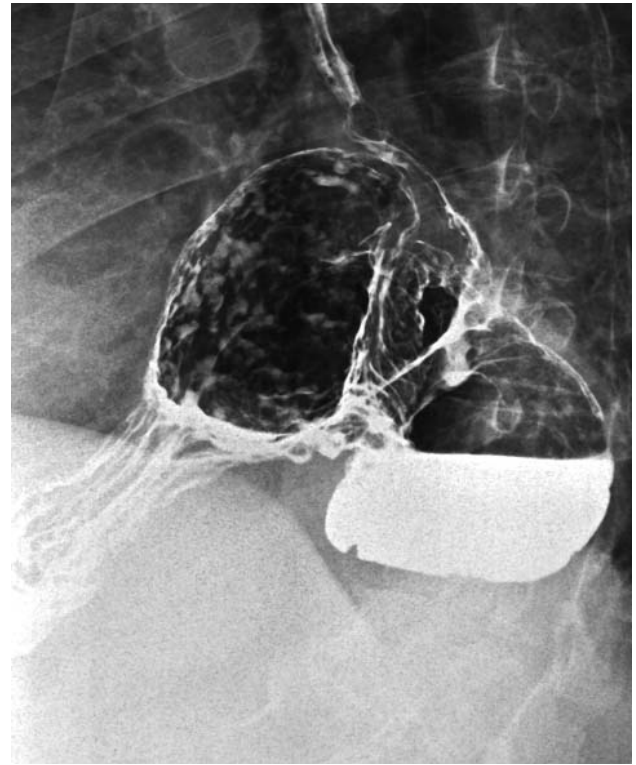


Рис. 9. Больная Л., 73 года. Диагноз: рак желудка: а – рентгенограмма желудка в правой косой проекции при двойном контрастировании, выполненная на рентгеновском аппарате с работающим фотозэкспонетром. Хорошо визуализируется часть желудка, расположенная в грудной полости, с признаками утолщения его стенки, определяющимися как симптом “кольца”. Степень вовлечения в процесс части желудка, находящейся в брюшной полости, проследить не представляется возможным; б – после преобразования цвета стенки отделов желудка, находящихся в брюшной полости, становятся видимыми и доступными оценке: опухолевая инфильтрация в них не определяется.

Таким образом, как показали результаты нашего применения CR при исследованиях в гастроэнтерологии, система расширяет полномочия рентгенологической диагностики органной патологии всех разделов желудочно-кишечного тракта, помимо цифрового эффекта предоставляя возможность сохранения отдельных аналоговых методик.

Заключение

Основная цель авторов статьи – изложение своей позиции о месте и роли компьютерной радиологии (CR) в практическом здравоохранении. Статья основана на результатах более 8000 исследований, выполненных, в основном, в МОНИКИ, своеобразном научно-исследовательском институте, одновременно осуществляющем функции многопрофильной клинической областной больницы для почти семимиллионного населения Подмосквья. Давая высокую оценку CR, авторы доказы-

вают ее достоинства и необходимость дифференцированной оценки с учетом разнопрофильности клинических отделений, подчеркивая при этом высокую роль CR в педиатрии, реаниматологии, остеологии. В области пульмонологии авторы весьма деликатно, но все же высказываются о необходимости определенной коррекции применения цифровой рентгеновской флюорографии в тех ЛПУ, где используются CR-системы.

На базе собственных исследований авторы утверждают, что существующая тенденция отдачи приоритета при выборе цифровых технологий для традиционной рентгенологии системам с непосредственной оцифровкой рентгеновских квантов, то есть DR-комплексам, не бесспорна. Нельзя возражать против блестящих достоинств DR, но развитие CR также должно быть элементом внедрения цифровых технологий в рентгенодиагностику. Возможность перевода в цифровой формат нескольких рентгеновских аппаратов может служить

доказательством целесообразности такой формы внедрения “цифры” в традиционную рентгенологию. Особенно ценна CR-система на уровне муниципального и регионального здравоохранения, так как, во-первых, именно на этих уровнях должна распознаваться основная часть повреждений и заболеваний, и, во-вторых, с экономических позиций использование CR значительно превосходит DR.

Обобщая наши данные, необходимо констатировать, что использование CR — это сегодня та возможность, которая с минимальными экономическими затратами при высокой диагностической эффективности позволит обеспечить традиционную рентгенологию цифровой техникой, в преимуществах которой уже вряд ли кого-нибудь следует убеждать.

Список литературы

1. Антонов О. С., Антонова А. О., Еникеева Р. И., Виноградова Е. В. Компьютерная технология в рентгеновском отделении: получение, обработка, хранение и передача диагностических изображений // Радиология — практика. 2001. № 3. С. 57–60.
2. Блинов Н. Н., Варшавский Ю. В., Зеликман М. И. Цифровые преобразователи изображения для медицинской радиологии // Компьютерные технологии в медицине. 1997. № 3. С. 19–23.
3. Блинов Н. Н., Варшавский Ю. В., Зеликман М. И. Преобразователи рентгеновских изображений. Разработки и перспективы // Компьютерные технологии в медицине. 1997. № 3. С. 23–24.
4. Воробьев Г. И. Основы колопроктологии. М.: Феникс, 2001.
5. Гуржиев А. Н., Гуржиев С. Н., Кострицкий А. В. Отображение цифрового рентгеновского снимка на экране компьютера: проблемы и пути их решения // Радиология — практика. 2003. № 3. С. 52–55.
6. Зеликман М. И. Цифровые приемники для рентгенодиагностических аппаратов // Радиология — практика. 2001. № 1. С. 30–34.
7. Кантер Б. М. Методы и средства малодозной цифровой рентгенографии // Мед. техника. 1999. № 5. С. 10–13.
8. Моргунов О. Н., Немченко К. Э., Рогов Ю. В. Количественный параметр для объективного сравнения качества цифровых систем визуализации медицинского изображения // Мед. техника. 2003. № 3. С. 6–9.
9. Медицинская рентгенология: технические аспекты, клинические материалы, радиационная безопасность / Под ред. Р. В. Ставицкого. М.: МНПИ, 2003.
10. Пальчун В. Т., Крюков А. И. Оториноларингология: Руководство для врачей. М., 2001.
11. Портной Л. М., Вятчанин О. В. Лучевая диагностика опухолей четырех локализаций (легкого, молочной железы, желудка и толстой кишки) с организационно-методических позиций практического здравоохранения Российской Федерации // Вестн. рентгенол. 2005. № 4. С. 4–20.
12. Портной Л. М., Степанова Е. А. CR-система цифровой радиологии в практическом здравоохранении. М.: ИКЦ “Академкнига”, 2006.
13. Уваров В. В. Дистанционно-управляемые (телеуправляемые) столы-штативы. Часть 2. Цифровая флюоро-рентгенография (ЦФР) // Радиология-практика. 2003. № 2. С. 51–56.
14. Busch H. P. Digital radiography for clinical applications // Eur. Radiol. 1997. V. 7. (Suppl. 3). P. 66–72.
15. Busch H. P. Digitale projektionsradiographie technische Grundlagen, Abbildungseigenschaften und Anwendungsmöglichkeiten // Radiologe. 1999. N 8. P. 710–724.
16. Dasbwood R. H. Early detection and prevention of colorectal cancer. Review // Oncol. Rep. 1999. V. 6. N 2. P. 277–281.
17. Wilkie J. R., Giger M. L., Chinander M. R. et al. Comparison of radiographic texture analysis from computed radiography and bone densitometry systems // Med. Phys. 2004. N 31(4). P. 882–891.

Книги Издательского дома Видар-М

Рентгенологическое и ультразвуковое исследование при заболеваниях суставов: Пособие для врачей

Семизоров А. Н., Романов С. В.

В пособии изложены основы рентгенологической и ультразвуковой диагностики дегенеративно-дистрофических, воспалительных и других заболеваний суставов, особенности диагностики при наиболее часто встречающихся в клинической практике заболеваниях суставов. Приведены схемы описания рентгенограмм и эхограмм. Пособие рассчитано на рентгенологов, врачей УЗИ, ортопедов и врачей других специальностей.

www.vidar.ru/catalog/index.asp